



(19)

---

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)

EP 0 712 261 A1



(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

15.05.1996 Patentblatt 1996/20

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: H04R 25/00

(21) Anmeldenummer: 94117795.8

(22) Anmeldedag: 10.11.1994

**(84) Benannte Vertragsstaaten:**

(71) Anmelder: Siemens Audiologische Technik  
GmbH  
D-91058 Erlangen (DE)

(72) Erfinder: Weinfurtner, Oliver, Dipl.Ing.  
D-81052 Erlangen (DE)

(74) Vertreter: Fuchs, Franz-Josef, Dr.-Ing. et al  
Postfach 22 13 17  
D-80503 München (DE)

## (54) Programmierbares Hörgerät

(57) Das Hörgerät (1) zeichnet sich durch eine verbesserte Signalverarbeitung, insbesondere eine verbesserte Trennung der Nutzsignale vom Störgeräusch, dadurch aus, daß Signale des Signalpfades von wenigstens einem Mikrofon (2, 2') zum Hörer (3) über eine neuronale Struktur (5) geführt und darin bearbeitet werden.

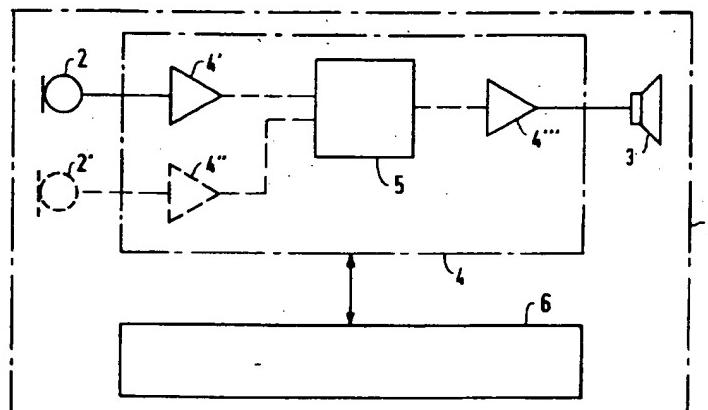


FIG 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein programmierbares Hörgerät mit einem in seinen Übertragungseigenschaften zwischen wenigstens einem Mikrofon und einem Hörer auf verschiedene Übertragungscharakteristika einstellbaren Verstärker- und Übertragungsteil.

Aus der EP-B-0 064 042 ist eine Schaltungsanordnung für ein Hörgerät bekannt, bei dem in dem Hörgerät selbst in einem Speicher beispielsweise die Parameter mehrerer verschiedener Umgebungssituationen abgespeichert sind. Durch Betätigen eines Schalters wird eine erste Gruppe von Parametern abgerufen und steuert über eine Steuereinheit einen zwischen Mikrofon und Hörer eingeschalteten Signalprozessor, der dann eine erste, für eine vorgesehene Umgebungssituation bestimmte Übertragungsfunktion einstellt. Über einen Schalter können so die Übertragungsfunktionen mehrerer gespeicherter Signalübertragungsprogramme nacheinander abgerufen werden, bis die gerade zur gegebenen Umgebungssituation passende Übertragungsfunktion gefunden ist.

Folglich ist es bekannt, Hörgeräte an den individuellen Hörverlust des zu versorgenden Hörgeräteträgers anzupassen. Dabei wird auch eine Einstellung des Hörgerätes für verschiedene Hörsituationen vorgesehen. Programmierbare Hörgeräte bieten eine Vielzahl von einstellbaren Parametern, welche die möglichst optimale Anpassung des elektroakustischen Verhaltens des Hörgerätes an den zu kompensierenden Gehörschaden ermöglichen sollen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein programmierbares Hörgerät zu schaffen, das sich durch eine verbesserte Signalverarbeitung auszeichnet, die insbesondere eine verbesserte Trennung der Nutzsignale vom Störgeräusch ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Hörgerät der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß Signale des Signalpfades vom Mikrofon zum Hörer über eine neuronale Struktur geführt und darin bearbeitet werden. Der Einsatz von neuronalen Strukturen ermöglicht neuartige Methoden und Algorithmen der Signalverarbeitung im Hörgerät. Unter anderem wird hiermit die bessere Trennung von unterschiedlichen Signalen, also z.B. von Nutzsignalen und Störgeräusch, möglich. Das Verhalten der Signalverarbeitung kann dabei fest bzw. programmierbar sein oder variabel, um sich während des Betriebs dem zu verarbeitenden Signal laufend anzupassen.

In-vorteilhafter Ausbildung der Erfindung erfolgt in der neuronalen Struktur eine Trennung von Nutz- und Störsignalen. Die neuronale Struktur verarbeitet mehrere Eingangssignale gleichzeitig. Daraus ergeben sich für die Anwendung im Hörgerät zwei mögliche Ansätze:

- Es wird nur ein Mikrofon eingesetzt und das damit aufgenommene Signal wird, eventuell nach vorheriger anderweitiger Verarbeitung im Signalpfad, durch eine geeignete Vorverarbeitung in mehrere Einzelsignale verwandelt, z.B. durch Aufteilung in verschiedene Frequenzbereiche. Diese Einzelsignale werden dann der neuronalen Struktur zugeführt.
- Es wird mehr als ein Mikrofon eingesetzt und diese einzelnen Signale werden, eventuell nach vorheriger anderweitiger Verarbeitung im Signalpfad, der neuronalen Struktur zugeführt.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind durch die Patentansprüche gekennzeichnet.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild eines erfundungsgemäßen Hörgerätes.

Figur 2 einen Signalpfad von einem Mikrofon über eine Signalaufbereitung und eine neuronale Struktur zum Hörer eines Hörgerätes gemäß Figur 1.

Figur 3 ein Blockschaltbild eines einzelnen Neurons.

Figuren 4a, 4b, 4c Beispiele für mögliche Schwellenwertverläufe der Ausgabefunktion W gemäß Figur 3,

Figur 5 ein einlagiges, rückgekoppeltes Netz mit beispielhafter Verschaltung von drei Neuronen,

Figur 6 ein mehrlagiges, rückkopplungsfreies Netz mit beispielhafter Verschaltung von elf Neuronen in drei Lagen,

Figur 7 ein Schaltungsbeispiel für die schaltungstechnische Realisierung eines einlagigen rückgekoppelten Netzes gemäß Figur 5,

Figur 8 eine mögliche Schaltung zur Realisierung einer Synapse mit programmierbarer Verbindungsstärke.

## EP 0 712 261 A1

Figur 9 eine Ausführung einer Schaltung für eine Synapse mit programmierbarer variabler Verbindungsstärke,

Figur 10 ein Blockschaltbild einer Synapse 7 mit variabler Verbindungsstärke zwischen einem Eingang  $E_i$  und einem Ausgang  $A_j$  des Netzes,

Figur 11 ein Schaltungsbeispiel eines einlagigen rückgekoppelten Netzes zur Trennung von vermischten unabhängigen Signalen, beispielsweise von drei Eingangssignalen  $E_1, E_2, E_3$  zu drei Ausgangssignalen  $A_1, A_2, A_3$ .

Figur 12 ein Schaltungsbeispiel eines einlagigen rückgekoppelten Netzes zur Trennung von zwei vermischten unabhängigen Signalen, nämlich zwei Eingangssignalen  $E_1, E_2$  zu zwei Ausgangssignalen  $A_1, A_2$ .

Das in Figur 1 schematisch dargestellte erfundungsgemäße Hörgerät 1 nimmt über ein Mikrofon 2 oder weitere Mikrofone 2' Schallsignale auf. Diese akustische Information wird im Mikrofon bzw. in den Mikrofonen in elektrische Signale umgesetzt. Nach einer Signalbearbeitung in einem Verstärkungs- und Übertragungsteil 4 wird das elektrische Signal einem Hörer 3 als Ausgangswandler zugeführt. Im Ausführungsbeispiel sind im Verstärker- und Übertragungsteil 4 lediglich noch Vorverstärker 4', 4'' und ein Endverstärker 4''' angedeutet. Nach der Erfahrung umfaßt das Verstärker- und Übertragungsteil 4 ferner eine neuronale Struktur 5, derart, daß zwecks einer verbesserten Signalverarbeitung, insbesondere zur verbesserten Trennung der Nutzsignale vom Störgeräusch, Signale des Signalpfades von wenigstens einem Mikrofon 2, 2' zum Hörer 3 über die neuronale Struktur 5 geführt und darin bearbeitet werden. Der neuronalen Struktur 5 ist ein Datenträger 6 zugeordnet, in dem Konfigurationsinformation der neuronalen Struktur programmierbar oder fest abgespeichert ist.

In vorteilhafter Ausführung ist gemäß Figur 2 im Signalpfad vom Mikrofon 2 der neuronalen Struktur 5 eine Signal-aufbereitung 9 zur Vorverarbeitung des Eingangssignals in mehrere Teilsignale 10, 10', 10'' vorgeschaltet, wobei dann die Teilsignale in der neuronalen Struktur weiter bearbeitet werden. Unter Berücksichtigung der Konfigurationsinformation des Datenträgers 6 erzeugt die neuronale Struktur 5 aus den aufbereiteten Teilsignalen 10, 10', 10'' ein Ausgangssignal, insbesondere ein vom Störgeräusch getrenntes Nutzsignal, welches dann beispielsweise in bekannten Komponenten der Verstärker- und Übertragungseinheit 4 weiter bearbeitet und über den Endverstärker 4''' dem Hörer 3 zugeführt werden kann.

Anhand der Figuren 3-9 werden Beispiele zur Realisierung der neuronalen Struktur beschrieben.  
Neuronale Strukturen bestehen aus vielen gleichartigen Elementen bzw. Neuronen 19. Die Funktion der neuronalen Struktur als Ganzes hängt im wesentlichen von der Art der Verschaltung dieser Neuronen untereinander ab.

Figur 3 zeigt das Blockschaltbild eines einzelnen Neurons 19. Das Neuron erzeugt das Ausgangssignal  $a_j(t+\Delta T)$  zum Zeitpunkt  $t+\Delta T$  aus theoretisch beliebig vielen Eingangssignalen  $e_i(t)$  zum Zeitpunkt  $t$ . Seine Funktion läßt sich in drei Grundfunktionen zerlegen:

- Propagierungsfunktion  $U: u(t) = \sum e_i(t) \cdot w_i$ , Die Ausgangsgröße dieser Funktion ist die Summe aller, jeweils mit dem individuellen Faktor  $w_i$  multiplizierten Eingangssignale.
- Aktivierungsfunktion  $V: v(t) = f(u(t))$  Im allgemeinen Fall geht in die Ausgangsgröße auch deren eigene Vorgeschichte ein. In vielen Fällen kann hierauf jedoch verzichtet werden.  $v(t)$  zum Zeitpunkt  $t=t_0$  ist dann nur noch eine Funktion von  $u(t)$  zum Zeitpunkt  $t=t_0$ .
- Ausgangsfunktion  $W: w(t)$  Sie nimmt eine Schwellenwertbildung vor. Dabei sind zwei grundsätzliche Arten der Schwellenwertbildung möglich.

Nach Figur 4a stellt der Verlauf der Ausgabefunktion  $W$  eine Sprungfunktion am Schwellenwert  $s$  dar.  
Nach den Figuren 4b und 4c besitzt die Ausgabefunktion  $W$  einen stetigen Verlauf um den Schwellenwert  $s$ . In Figur 4b ist ein stetiger, sogenannter sigmoider Verlauf der Ausgangsgröße mit Begrenzung auf einen maximalen und einen minimalen Ausgangswert dargestellt. Eine häufig verwendete Kennlinie ist hierbei das Sigmoid:  $w(t) = 1/(1+exp(-(v(t)-s)))$ . Figur 4c zeigt einen linearen Verlauf im Übergangsbereich.

Die Signale, welche von der neuronalen Struktur verarbeitet werden, können als Spannungssignale, Stromsignale oder als frequenzvariable Impulssignale ausgeführt sein. Im letzteren Fall muß das Signal eventuell an manchen Stellen der neuronalen Struktur mit Hilfe geeigneter Schaltungen in ein kontinuierliches Strom- oder Spannungssignal und wieder zurück umgewandelt werden.

Figur 5 zeigt die beispielhafte Verschaltung von drei Neuronen 19 zur typischen Struktur eines einlagigen rückgekoppelten Netzes mit den Eingängen  $e_i(t)$  und den Ausgängen  $a_j(t+\Delta T)$ .

Figur 6 zeigt beispielhaft die Struktur eines mehrlagigen rückkopplungsfreien Netzes. Je nach zu implementierender Funktion der neuronalen Struktur ist die eine oder andere Netzstruktur anzuwenden. Auch Mischformen aus beiden Strukturen sind dabei möglich.

Die Funktion einer neuronalen Struktur im Ganzen wird im wesentlichen von der Netzstruktur und von den Gewichtungsfunktionen der Eingangssignale an jedem Neuron 19 bestimmt. Diese Parameter können durch die schaltungs-

## EP 0 712 261 A1

technische Realisierung fest eingestellt werden, wenn ein immer gleichbleibendes Verhalten erwünscht ist. Soll dagegen eine Veränderung des Verhaltens möglich sein, so sind einige oder alle dieser Parameter programmierbar auszuführen. Ihre jeweiligen Werte müssen dann in einem Konfigurationsspeicher bzw. Datenträger 6 gespeichert werden. Hierbei können die einzelnen Speicherelemente in konzentrierter Form angeordnet sein oder lokal dem jeweiligen Neuron zugeordnet sein.

Die Modifikation der gespeicherten Parameter kann entweder durch externes Programmieren der Speicherelemente geschehen und/oder durch einen in der Schaltung implementierten Algorithmus. Hierbei ist auch die Modifikation während des laufenden Betriebs der neuronalen Struktur möglich.

Figur 7 zeigt ein Beispiel für die schaltungstechnische Realisierung eines einlagigen rückgekoppelten Netzes. Als Schwellenelemente wirken Verstärker 24 mit komplementären Ausgängen. Die Gewichtung der Verbindungen (Synapsen) zwischen den Aus- und Eingängen der Neuronen erfolgt über die Leitwerte  $R_{ij}$ . Die Addition der Eingangssignale für jedes Neuron (Ströme  $I_{ij} = U_i / R_{ij}$ ) geschieht in den Schaltungsknoten am Eingang eines jeden Verstärkers. Die Ausgangssignale der Verstärker und damit der neuronalen Struktur sind die Spannungssignale  $U_j$ . Mit e1 bis e4 sind die Eingänge der Schaltung und mit a1 bis a4 sind invertierende und nichtinvertierende Ausgänge der Schaltung bezeichnet.

Figur 8 zeigt eine mögliche schaltungstechnische Realisierung einer Synapse (gewichteter Eingang eines Neurons) mit programmierbarer Verbindungsstärke. Hierbei sind nur die Verbindungsstärken +1, -1 und 0 möglich und die von dieser Synapse zu übertragenden Signale können nur die logischen Werte 0 und 1 annehmen. Sind beide Speicherzellen 25, 26 so programmiert, daß sie den jeweiligen zugehörigen Schaltransistor 27 bzw. 28 sperren, so ist der Ausgang a unabhängig vom Eingang e; die Synapse stellt also eine Unterbrechung dar (Verbindungsstärke 0). Ist dagegen die Speicherzelle 25 so programmiert, daß sie den Schalter schließt und die Speicherzelle 26 so, daß sie den zugehörigen Schalter öffnet, so fließt aus dem Ausgang a dann ein Strom (logisch 1), wenn der Eingang logisch 1 ist, und kein Strom (logisch 0), wenn der Eingang logisch 0 ist. Die Synapse wirkt also als Verbindung der Stärke +1. Sind beide Speicherzellen 25, 26 hierzu invers programmiert, so ergibt sich das inverse logische Verhalten. Die Synapse wirkt dann als Verbindung der Stärke -1.  $V_{dd}$  gibt in der Zeichnung den Schaltungsanschluß zur Versorgungsspannung an.

Figur 9 zeigt eine mögliche Realisierung einer programmierbaren Synapse mit variabler Verbindungsstärke. Sie arbeitet nach dem Prinzip des Multiplizierers. Die Stärke der synaptischen Verbindung wird als Differenz zweier analoger Spannungswerte auf zwei Kapazitäten 29, 30 gespeichert. Das Ausgangssignal (Strom  $I_{out}$ ) ergibt sich als Produkt des Eingangssignals (Spannung  $V_{in}$ ) multipliziert mit der auf den Kapazitäten gespeicherten Spannungsdifferenz ( $V_w = V_{w+} - V_{w-}$ ). Werden die Spannungen  $V_{w+}$  und  $V_w$  auf den Floating Gates von entsprechenden EEPROM-Transistoren gespeichert, so ist auch eine dauerhafte Speicherung der Synapsenstärke möglich.

Eine vorteilhafte Anwendung von neuronalen Strukturen im Hörgerät stellt die Trennung von unabhängigen gemischten Signalen dar, also z.B. die Trennung des Sprachsignals eines Gesprächspartners von einem Störgeräusch aus einer anderen Quelle. Hierzu benötigt die neuronale Struktur genau so viele unabhängige Signaleingänge wie unabhängige Signale voneinander getrennt werden müssen. Dies kann im Hörgerät durch den Einsatz von mehreren Mikrofonen erreicht werden, wobei diese bevorzugt so anzutragen sind, daß die zu trennenden Signale an beiden Mikrofonen mit möglichst unterschiedlicher Stärke eintreffen.

Figur 11 zeigt allgemein, wie zur Trennung der Signale eine einlagige rückgekoppelte Netzstruktur verwendet werden kann. An den Eingängen  $E_1, E_2, E_3 \dots$  erhält die neuronale Struktur die Signale der einzelnen Mikrofone zugeführt und an den Ausgängen  $A_1, A_2, A_3 \dots$  stehen nach einer bestimmten Lernzeit die voneinander getrennten unabhängigen Signale zur Weiterverarbeitung oder zur Ausgabe auf den Hörer 3 an. Sinnvollerweise erfolgt die Weiterverarbeitung oder Ausgabe nur von einem (gewünschten) Ausgangssignal, während die anderen Ausgangssignale verworfen werden.

Eine geeignete Größe  $S_{ij}$  bzw. Funktion bestimmt für jede Synapse 7 unabhängig den Grad der Verbindungsstärke. Die Größe  $S_{13}, S_{12}, S_{21}, S_{23}, S_{31}, S_{32} \dots$  oder allgemein  $S_{ij}$  stellt hierbei die Lernfunktion der neuronalen Struktur dar. Eine mögliche Realisierung der variablen Verbindungsstärke der Synapse 7 zeigt Figur 10. Zum Eingangssignal  $E_i(t)$  wird das mit einer Größe  $S_{ij}(t)$  multiplizierte zurückgeföhrte Ausgangssignal  $A_j(t)$  addiert. Die Größe  $S_{ij}(t)$  wiederum ist eine Funktion der beiden Größen  $A_i(t)$  und  $A_j(t)$ , wobei im allgemeinen in die Berechnung von  $S_{ij}(t) = S(A_i(t), A_j(t))$  auch die Vorgeschichte von  $S_{ij}(t)$  eingeht.

Im einfachsten Fall, für die Trennung von zwei unabhängigen Signalen, reduziert sich die neuronale Struktur, wie in Figur 12 dargestellt. Eine mögliche Realisierung der Größen  $S_{ij}(t)$  für die beiden Synapsen lautet:

$$S_{12} = c \cdot f(A_1) \cdot g(A_2) \cdot dt$$

$$S_{21} = c \cdot f(A_2) \cdot g(A_1) \cdot dt$$

Hierbei ist  $c$  eine Konstante und  $f$  und  $g$  sind zwei nicht gleiche ungerade Funktionen (beispielsweise  $f(x) = x$ ,  $g(x) = \tanh(x)$ ). Die Realisierung der beschriebenen neuronalen Strukturen ist grundsätzlich in digitaler und analoger Schaltungstechnik möglich. Die Werte der Größen  $S_{12}, S_{21} \dots S_1$  können fest gespeichert werden, um sie z.B. über die Auswahl einer Hörsituation immer wieder für dieselbe Signalverarbeitungsfunktion abrufen zu können oder der Lern-

prozeß der neuronalen Struktur kann vom Benutzer neu gestartet werden, um die Signalverarbeitung einer neuen akustischen Umgebungssituation anzupassen. Gleichfalls ist ein fortlaufendes automatisches Anpassen der neuronalen Struktur möglich, um sich laufenden geringfügigen Veränderungen der akustischen Umgebungssituation kontinuierlich anzupassen.

- 5      Eine vorteilhafte Realisierung der Signalverarbeitung im Hörgerät kann in der Kombination der Prinzipien der neuronalen Strukturen und der Fuzzy-Logik bestehen. Hierbei sind verschiedene Ansätze möglich:
- Die Verwendung von Fuzzy-Logik bei der Vorverarbeitung des Eingangssignals zur Gewinnung von mehreren Teil-  
10 signalen 10, 10', 10'' ... für die neuronale Struktur. Wie Figur 2 zeigt, ist der neuronalen Struktur 5 eine Signalauf-  
bereitung 9 vorgeschaltet, die nach dem Prinzip der Fuzzy-Logik arbeitet.
  - Die Verwendung von Fuzzy-Logik bei der Auswahl von einem der drei oder mehreren durch die neuronale Struktur  
15 separierten Signale. Wie in Figur 12 schematisch dargestellt ist, ist der neuronalen Struktur eine Entscheidungs-  
mittelkomponente 11 zur Auswahl des nutzbaren Ausgangssignals zugeordnet, welche nach dem Prinzip der Fuzzy-  
Logik arbeitet.

In den Figuren 11, 12 sind in den neuronalen Netzen noch begrenzende Verstärker 31 eingezeichnet. Gemäß Figur  
12 ist die neuronale Struktur als einlagig rückgekoppeltes Netz ausgeführt, welches zwei Eingänge E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> aufweist und  
20 zwei Synapsen umfaßt, wobei in den Signalpfaden der Eingänge E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> zu den beiden Ausgängen A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> die begren-  
zenden Verstärker 31 vorgesehen sind und wobei jedes Ausgangssignal mit einer Größe S<sub>ij</sub> multipliziert und zu dem  
jeweils anderen Eingangssignal addiert wird und wobei ferner die Größe S<sub>ij</sub> jeweils eine Funktion der beiden Ausgangs-  
signale ist.

Die prinzipielle Funktionsweise sowie eine mögliche schaltungstechnische Realisierung der für die Fuzzy-Logik  
notwendigen Funktionen Fuzzifizierung, Inferenzbildung und Defuzzifizierung ist in der europäischen Patentanmeldung  
25 94104619.5 beschrieben.

Wesentliche Vorteile der Erfindung ergeben sich aus einer verbesserten Signalverarbeitung im Hörgerät durch den  
Einsatz neuer Algorithmen. Ferner durch eine verbesserte Trennung von Nutzsignalen und Störgeräusch durch die  
Möglichkeit, unabhängige vermischt Signale zu trennen und schließlich durch kontinuierliche Optimierung der Signal-  
verarbeitungscharakteristik durch "Lernen" im laufenden Betrieb.

#### 30 Patentansprüche

1. Programmierbares Hörgerät (1) mit einem in seinen Übertragungseigenschaften zwischen wenigstens einem Mikrofon (2) und einem Hörer (3) auf verschiedene Übertragungscharakteristika einstellbaren Verstärker- und Übertra-  
35 gungsteil (4), **dadurch gekennzeichnet**, daß Signale des Signalpfades vom Mikrofon (2) zum Hörer (3) über eine neuronale Struktur (5) geführt und darin bearbeitet werden.
2. Hörgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der neuronalen Struktur (5) eine Trennung von Nutz- und Störsignalen erfolgt.
3. Hörgerät nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die neuronale Struktur (5) mehrere Signalein-  
40 gänge aufweist, denen unabhängige Mikrofone (2, 2') zugeordnet sind.
4. Hörgerät nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die neuronale Struktur (5) mehrere Signalein-  
45 gänge aufweist, denen eine Signalaufbereitung (9) vorgeschaltet ist und die die Signale aus wenigstens einem Mikrofon (2) in Teilsignale (10, 10', 10'') aufbereitet.
5. Hörgerät nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Signalaufbereitung (9) das oder die Eingangssi-  
gnal(e) nach Frequenzbereichen zerlegt wird (werden).
6. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die neuronale Struktur (5) entweder  
50 als einlagig rückgekoppeltes Netz (Figur 5) oder als mehrlagig rückkopplungsfreies Netz (Figur 6) oder als Mischform aus beiden Netzstrukturen ausgeführt ist.
7. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gewichtungsfunktionen am Ein-  
gang aller Neuronen durch die Schaltungsstruktur fest vorgegeben sind.
8. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gewichtungsfunktionen am Ein-  
gang aller Neuronen durch ein externes Steuergerät programmierbar ausgeführt sind, wobei die Programmierdaten

EP 0 712 261 A1

in einem gemeinsamen Datenträger (6) oder die jeweiligen Programmierdaten in einzelnen, den Neuronen zugeordneten Teilspeichern gespeichert sind.

- 5        9. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gewichtungsfunktionen am Eingang aller Neuronen durch einen in der Schaltungsstruktur implementierten Algorithmus zu bestimmten Zeitpunkten oder fortlaufend modifizierbar sind.
- 10      10. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die neuronale Struktur (5) Synapsen (7) umfaßt, in denen zum jeweiligen Eingangssignal ( $E_i(t)$ ) das oder die mit einer Größe ( $S_{ij}(t)$ ) multiplizierte(n) zurückgekoppelte(n) Ausgangssignal(e) ( $A_j(t)$ ) addiert wird bzw. werden.
11. Hörgerät nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Größe ( $S_{ij}(t)$ ) für die Synapsen (7) der neuronalen Struktur (5) aus

15      
$$S_{ij} = c + [f(A_i(t)) \cdot g(A_j(t)) \cdot dt]$$

ergibt, dabei ist  $c$  eine Konstante und  $f$  und  $g$  sind zwei nicht gleiche ungerade Funktionen.

- 20      12. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine neuronale Struktur als einlagig rückgekoppeltes Netz ausgeführt ist, welches zwei Eingänge ( $E_1, E_2$ ) aufweist und zwei Synapsen umfaßt, wobei in den Signalpfaden der Eingänge ( $E_1, E_2$ ) zu den beiden Ausgängen ( $A_1, A_2$ ) begrenzende Verstärker (31) vorgesehen sind, wobei jedes Ausgangssignal mit einer Größe ( $S_{ij}$ ) multipliziert und zu dem jeweils anderen Eingangssignal addiert wird und wobei die Größe ( $S_{ij}$ ) jeweils eine Funktion der beiden Ausgangssignale ist (Figur 12).
- 25      13. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausgangssignale ( $A_1, A_2$ ) der neuronalen Struktur (5) einer Entscheidungsmittelkomponente (11) zugeführt werden, die für die Weiterverarbeitung eines der Ausgangssignale ( $A_1$  oder  $A_2$ ) auswählt.
- 30      14. Hörgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß der neuronalen Struktur Funktions- teile zugeordnet oder nebengeordnet sind, welche nach dem Prinzip der Fuzzy-Logik arbeiten.
15. Hörgerät nach den Ansprüchen 4 und 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die der neuronalen Struktur (5) vorgesetzte Signalaufbereitung (9) nach dem Prinzip der Fuzzy-Logik arbeitet.
- 35      16. Hörgerät nach den Ansprüchen 13 und 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Entscheidungsmittelkomponente (11) zur Auswahl des nutzbaren Ausgangssignals nach dem Prinzip der Fuzzy-Logik arbeitet.

40

45

50

55

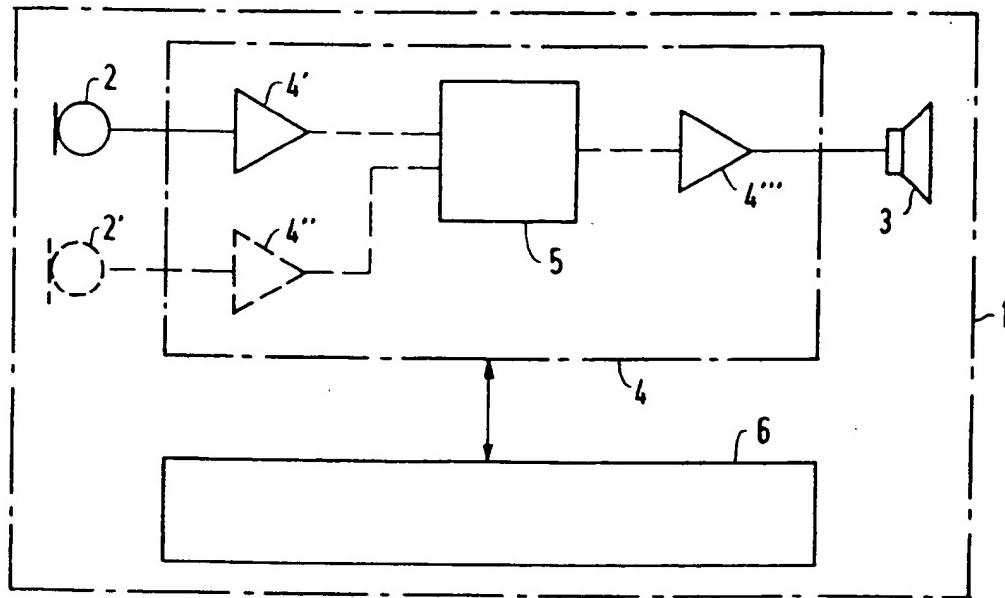


FIG 1

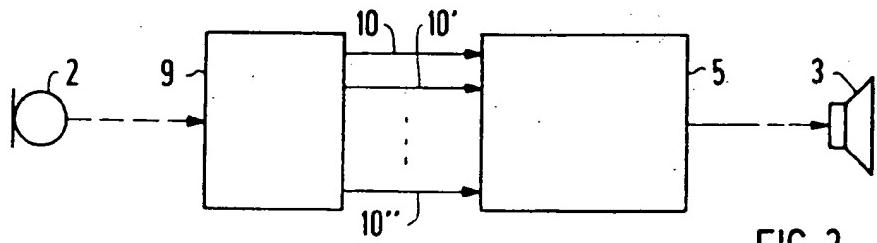


FIG 2

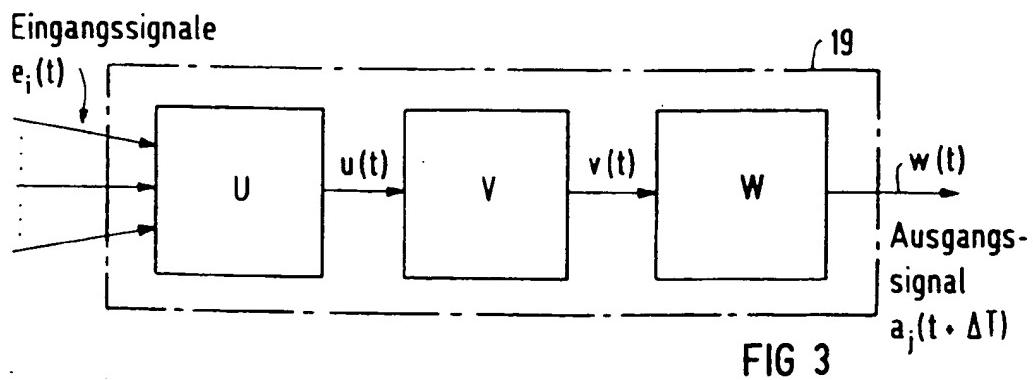


FIG 3

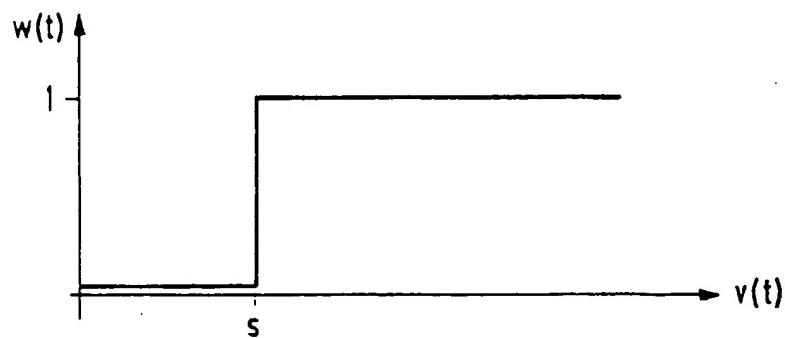


FIG 4a

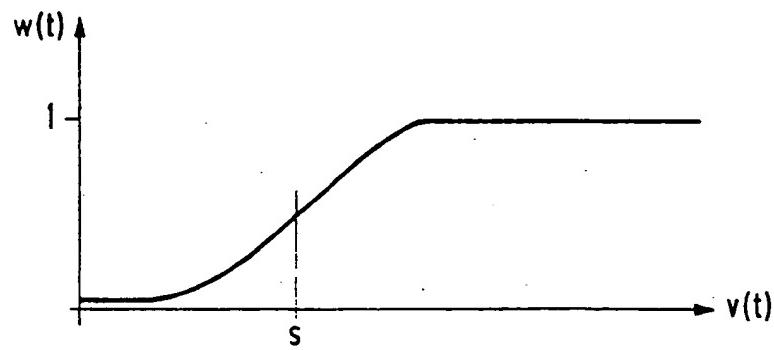


FIG 4b

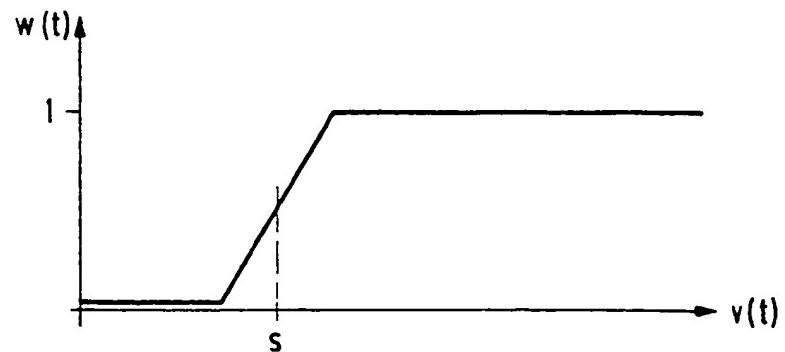
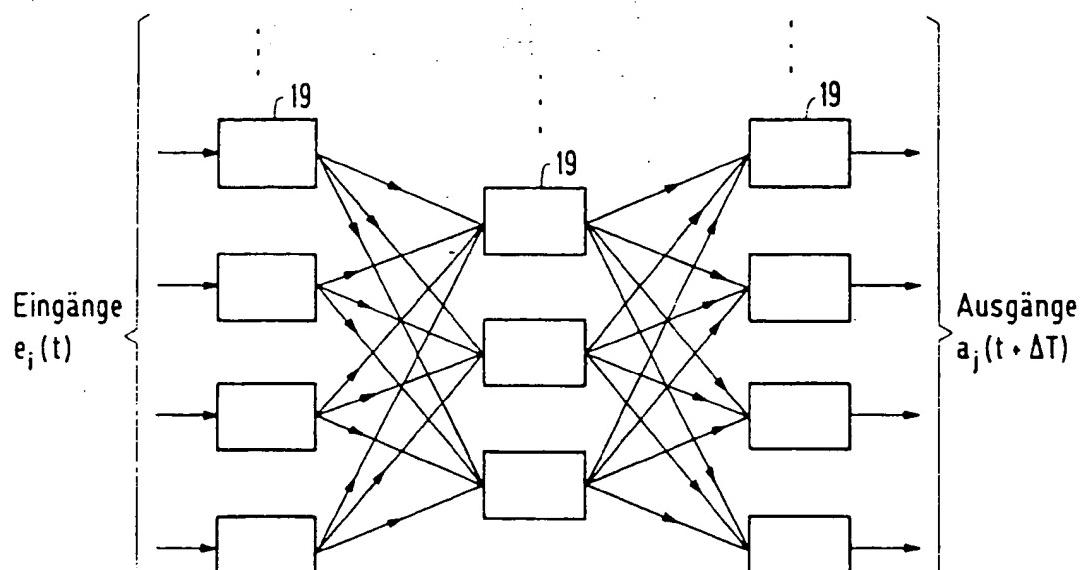
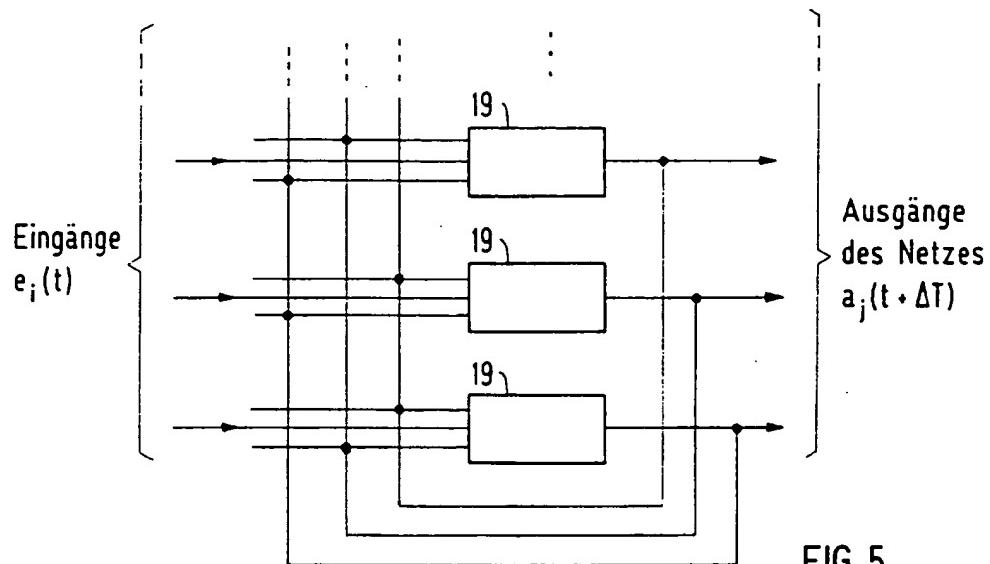


FIG 4c



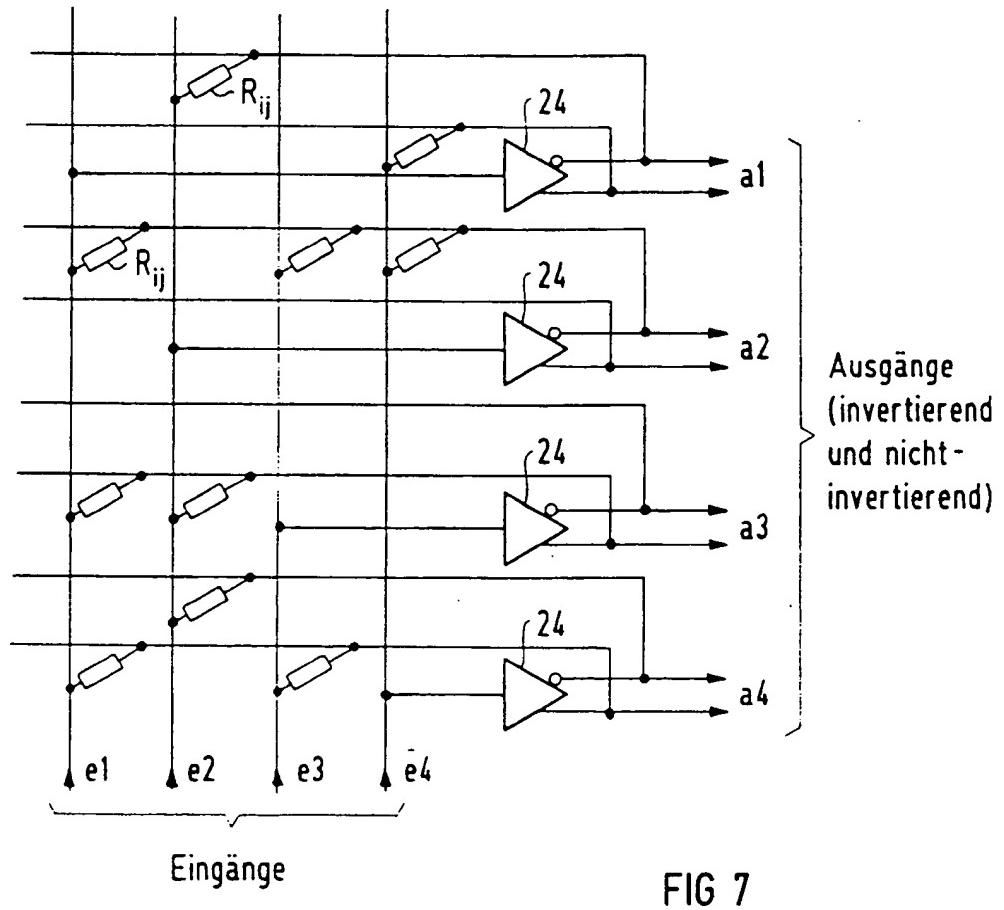
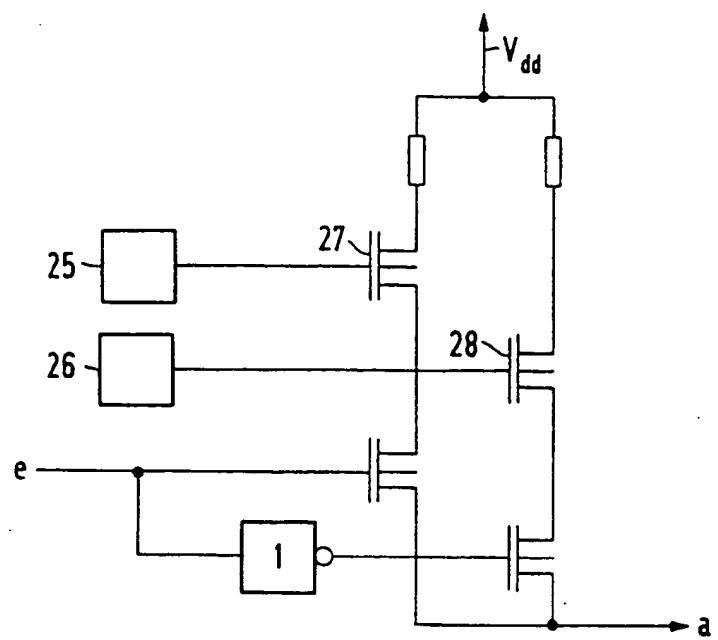


FIG 7



**FIG 8**

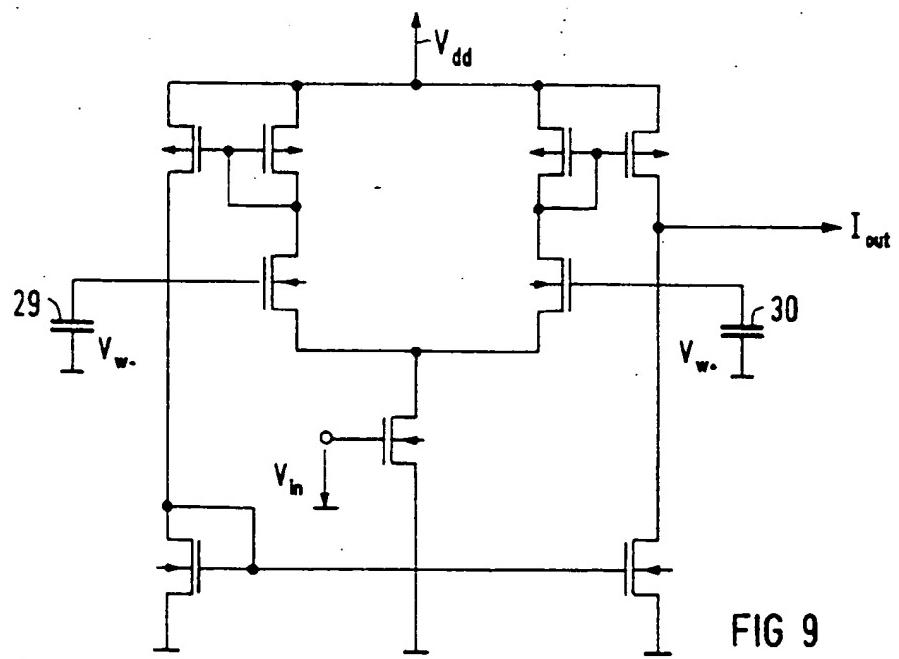


FIG 9

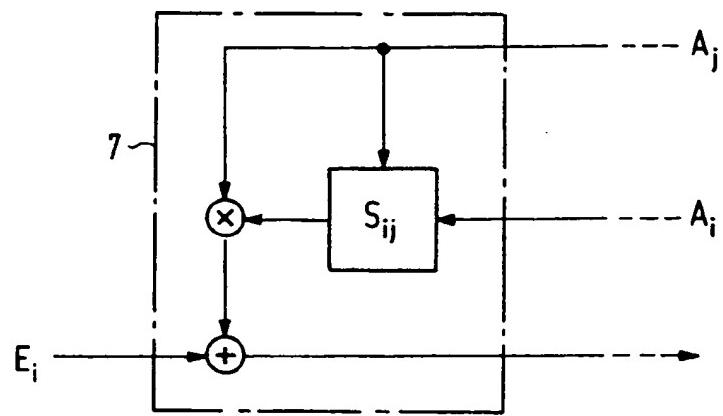


FIG 10

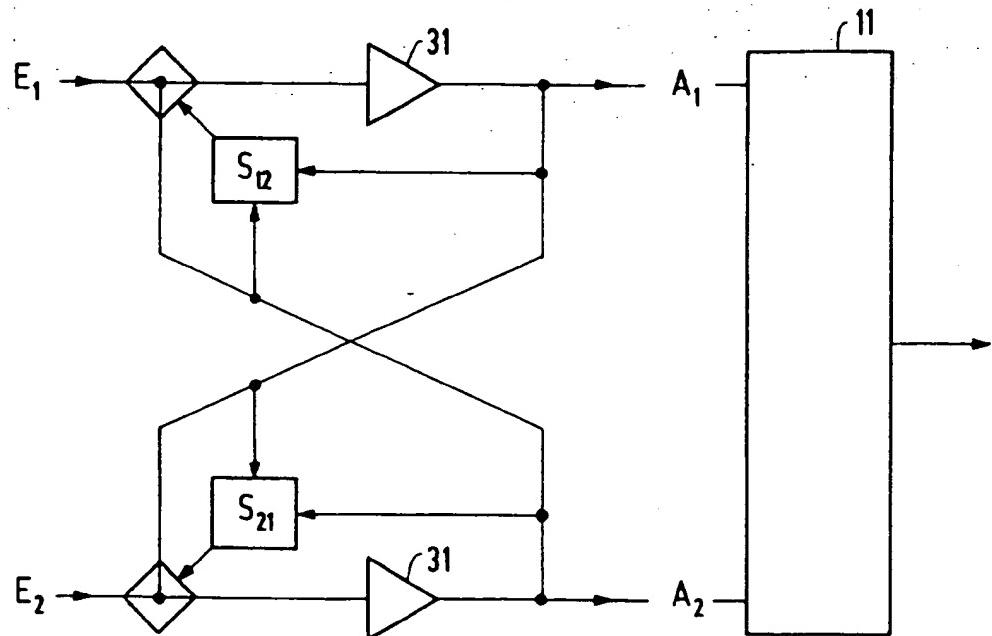
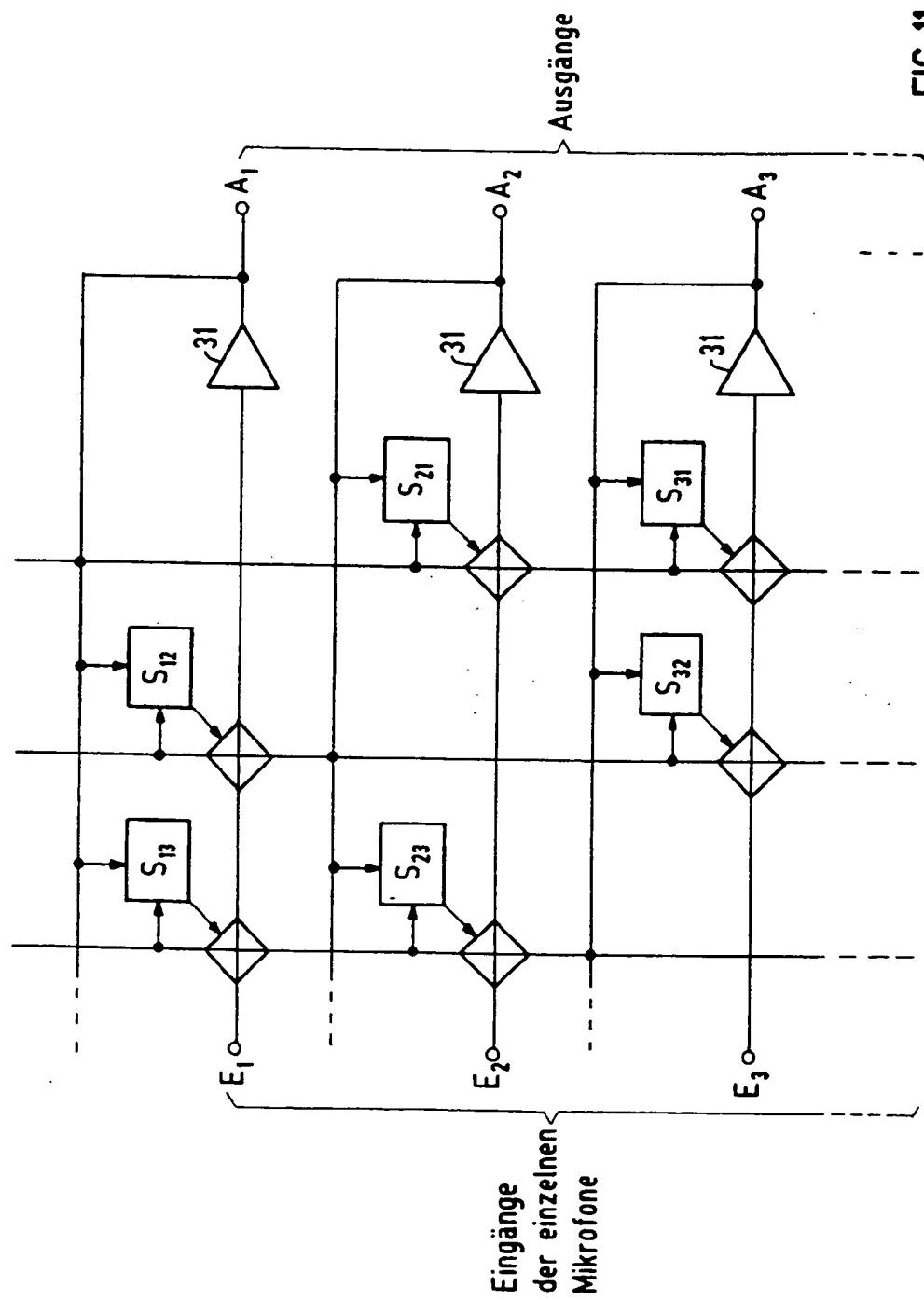


FIG 12

FIG 11





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 94 11 7795

## EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y A	WO-A-91 08654 (NHA AS) * Seite 1, Zeile 1-5 * * Seite 7, Zeile 12-31 * * Seite 9, Zeile 24 - Seite 21, Zeile 31 * * Seite 23, Zeile 6 - Seite 24, Zeile 29 * ---	1-10, 12 13	H04R25/00
Y A	EP-A-0 250 679 (AUDIMAX) * Spalte 1, Zeile 1-5 * * Spalte 2, Zeile 26 - Spalte 3, Zeile 40 * * Spalte 4, Zeile 21 - Spalte 8, Zeile 8 * * Spalte 9, Zeile 42 - Spalte 12, Zeile 4 * * Spalte 12, Zeile 36 - Spalte 14, Zeile 33 * ---	1-10, 12 13	
Y	FR-A-2 562 789 (INTECH SYSTEM) * Seite 1, Zeile 1-5 * * Seite 1, Zeile 32 - Seite 3, Zeile 22 * * Seite 4, Zeile 3 - Seite 8, Zeile 33 * ---	1-10, 12	
Y A	WO-A-93 26037 (US DEP. OF ENERGY) * Seite 1, Zeile 12 - Seite 3, Zeile 4 * * Seite 7, Zeile 12 - Seite 8, Zeile 5 * * Seite 8, Zeile 20 - Seite 10, Zeile 14 * * Seite 11, Zeile 7 - Seite 12, Zeile 7 * * Seite 13, Zeile 3 - Seite 17, Zeile 9 * ---	1-10, 12 11, 13-16	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) H04R H01L G06F
A	ELEKTRONIK, Bd. 41, Nr. 2, 21.Januar 1992 GERMANY, Seiten 100-101, XP 000381757 G.TRAUTZL 'NEURONALE NETZE UNTERSTÜTZEN FUZZY LOGIK TOOL' * Seite 100, Spalte 1, Zeile 1 - Seite 101, Spalte 1, Zeile 27 * ---	1-4, 6-10, 12-16 -/-	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchearzt	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	10.April 1995	Zanti, P	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 94 11 7795

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 579 152 (3M) * Spalte 1, Zeile 1-5 * * Spalte 4, Zeile 39 - Spalte 13, Zeile 52 * -----	1-6, 12, 13	
RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchesort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	10. April 1995	Zanti, P	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		<b>T</b> : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze <b>E</b> : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist <b>D</b> : in der Anmeldung angeführtes Dokument <b>L</b> : aus anderem Grunde angeführtes Dokument <b>&amp;</b> : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			